

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN - REY BALDUINO DE BÉLGICA

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE RETORNO DE DIESEL
PARA LA COMBUSTIÓN DE LA CALDERA DEL HOSPITAL PENCO LIRQUÉN.

Trabajo para optar al título profesional
de Ingeniero de Ejecución en
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumno:

Rodrigo Mauricio Andaur Cruces.

Profesor Guía:

Eduardo Aracena Cuellar

2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN “REY BALDUINO DE BÉLGICA”

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE RETORNO DE DIESEL
PARA LA COMBUSTIÓN DE LA CALDERA DEL HOSPITAL PENCO
LIRQUÉN.

Trabajo para optar al Título Profesional de Ingeniero de Ejecución en Mantenimiento
Industrial

Alumno : Rodrigo Mauricio Andaur Cruces.
Profesor Guía: Eduardo Aracena Cuéllar.

DEDICATORIA

Al profesor Eduardo por brindarme su orientación, conocimiento, tiempo y motivación en mi última etapa de formación académica.

A Dios, padres, pareja e hija, fuente de apoyo constante e incondicional durante toda mi vida.

RESUMEN

El término caldera puede definirse de varias formas, de acuerdo con la terminología vigente. Sin embargo, la ley 16.744, en su extracto D.S. 10 / 2012, artículo 2°, la define de la siguiente manera: “Unidad principal diseñada para generar agua caliente, calentar un fluido térmico o para generar vapor de agua, mediante la acción del calor”. [4].

Es importante señalar que hay distintos tipos de caldera, sin embargo, el proceso del ciclo de agua es común en todas ellas: la caldera de vapor recibe el agua de alimentación, la cual se transforma en vapor una vez dentro del aparato. El agua líquida que está en la caldera se carga de todas las sustancias que contenía el agua vaporizada. Si no se realiza una desconcentración, las impurezas se irán concentrando en la fase líquida, por lo que será necesario verter un parte del agua de la caldera al desagüe

Si nos basamos en el sistema de alimentación que tiene la caldera del Hospital Penco Lirquén, podemos decir que su funcionamiento no es óptimo, ya que no cuenta con un sistema de retorno, el cual podemos definir como: “sistema mediante el cual el exceso del flujo de combustible de petróleo diésel, retorna al estanque de origen, con el fin de prevenir bloqueos en el sistema y asegurar una buena combustión”.

Debido a estas falencias se llevará a cabo una propuesta para solucionar los problemas que actualmente se generan. El objetivo general es evaluar técnica y económicamente la instalación de un sistema de retorno de diésel de alimentación de la caldera en Hospital Penco Lirquén. Los métodos para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos son: descripción general del sistema mediante un plano, análisis económico de la situación actual de trabajo, registro de tiempos operacionales y de reparación, análisis de causa de las detenciones o bloqueos (observación), proyección de un sistema de alimentación alternativo para el diésel a través de un plano, descripción operacional del sistema, descripción de la forma de financiamiento para la instalación de un sistema de retorno en el hospital Penco Lirquén.

INDICE

INTRODUCCIÓN 1

 Sus objetivos específicos son los siguientes: 1

CAPÍTULO I: DESARROLLO DEL TEMA 3

 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN 4

 1.2. Objetivos de la Investigación 4

 Objetivo General: 4

 Objetivos Específicos: 4

 1.3. VIABILIDAD 5

 1.4. Contexto 5

 1.5. Limitaciones 5

 1.6. Hipótesis Causal 5

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL 6

2. MARCO REFERENCIAL 7

 2.1. CALDERA 7

 2.1.1. Concepto y Revisión teórica 7

 2.1.2. Características generales de las calderas 7

2.1.3. Sistema de Retorno 11

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO 12

3. MARCO METODOLÓGICO 13

 3.1. Enfoque de estudio 13

 3.1.1. Tipo de diseño de investigación 13

 3.2. ELEMENTOS PARA EL ESTUDIO 14

 3.3. INSTRUMENTO Y PROCEDIMIENTO PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS 14

 3.4. SISTEMA A ANALIZAR 14

 3.5. VARIABLES Y PROCEDIMIENTO 14

 3.5.1. Variable dependiente: 14

3.5.2. Variable independiente:	15
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN.....	16
4.1. ANÁLISIS DE DATOS.....	16
4.1.1 Objetivo específico I: Analizar el sistema de alimentación de combustible para el sistema de calefacción.	17
4.1.1.1: Plano del Sistema de Alimentación Actual de la Caldera Hospital Penco – Lirquén	17
Gráfico 4.1.1.1.: Costo Mensual del Consumo de Gas Año 2017-2018.....	20
Gráfico 4.1.1.2.: Centros de Consumo de la Caldera.....	21
4.1.3 Objetivo III: Diseñar una alternativa de solución para la situación de alimentación de la caldera con combustible diésel	29
CONCLUSIONES	33
BIBLIOGRAFÍA	34
ANEXOS	35
ANEXO A: CARACTERISTICAS DEL QUEMADOR SEGÚN CATÁLOGO	36
ANEXO B: REGLAMENTO DE CALDERA	41
ANEXO C: CARTA GANTT.....	42
ANEXO D: ÁRBOL DE PROBLEMAS	44

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

SIGLA

D.S	: Decreto Supremo.
\$	: Peso chileno
%	: Porcentaje
Σ	: Sumatoria

SIMBOLOGÍA

kg/cm2	: Kilogramo por centímetro cuadrado
ton/hr	: Tonelada por hora
m	: Metro
m2	: Metro cuadrado
"	: Pulgada
Mm	: Milímetro
Lts	: Litros
t	: Tiempo
n	: Número de elementos del sistema.
r	: Número mínimo de equipos para que el sistema funcione.

INTRODUCCIÓN

En las distintas áreas que tiene una industria, podemos encontrar múltiples alternativas para el proceso del calentamiento de fluidos, en el cual existe una solución determinada para cada caso, tales como: el calentamiento por resistencias eléctricas, por microondas, por calderas a combustibles (diésel, gas, petróleo, biomasa), por energía solar, por reacciones químicas, etc. Sin embargo, las más utilizadas son: el calentamiento a través de resistencias eléctricas y por medio de calderas a combustible.

El presente informe tiene la finalidad de dar a conocer la situación actual del nuevo edificio del hospital Penco Lirquén, en cuanto a su sistema actual de alimentación de la caldera, el cual no cuenta con un sistema de retorno, lo que trae consecuencias negativas en su funcionamiento y en el costo económico para el sistema de salud.

Por el motivo señalado anteriormente, nace la necesidad de diseñar una solución en el sistema de alimentación de la caldera que sea efectiva tanto operacionalmente como en lo económico.

El objetivo general del presente proyecto es “Evaluar técnica y económicamente la instalación de un sistema de retorno de diésel de alimentación de la caldera en Hospital Penco Lirquén.

Sus objetivos específicos son los siguientes:

- Analizar el sistema de alimentación de combustible para el sistema de calefacción.
- Evaluar la disponibilidad del equipo.
- Diseñar una alternativa de solución para la situación de alimentación de la caldera con combustible diésel.

La metodología empleada es de tipo cuantitativa, ya que los elementos de estudio que se van a analizar es el comportamiento actual del sistema de alimentación de la caldera, el costo económico que éste tiene para el sistema de salud, tiempos operativos v/s detenciones del quemador, entre otros.

En base a los datos obtenidos, se diseñará una posible solución a la situación de alimentación de la caldera con combustible diésel, con la finalidad de mejorar los servicios actuales que ofrece el Hospital a sus trabajadores y comunidad en general.

CAPÍTULO I: DESARROLLO DEL TEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

El nuevo hospital Penco – Lirquén surge a partir del incendio generado en el hospital antiguo de dicha comuna en el año 2008 el cual quemó el 60% de las instalaciones.

El nuevo edificio cuenta con 24 mil metros cuadrados en instalaciones y con tres edificios. Sin embargo, aunque su infraestructura es totalmente nueva, el actual sistema de alimentación de la caldera del hospital no cuenta con un sistema de retorno, lo que no solamente genera errores frecuentes en su funcionamiento, sino también un alto costo para el centro de salud. Es de vital importancia dar una pronta solución a dicha situación, debido a que actualmente en el hospital no hay calefacción ni agua sanitaria calefaccionada. Además, no existe una regulación de la temperatura de la huma. Por tales motivos, existen cambios de temperaturas importantes en cada área del hospital, bloqueos permanentes del sistema de alimentación, interrupciones constantes en el equipo de uso de pacientes, entre otros. Por ende, se pretende diseñar una solución que sea efectiva tanto operacionalmente como en lo económico.

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General:

Evaluar técnica y económicamente la instalación de un sistema de retorno de diésel de alimentación de la caldera en Hospital Penco Lirquén.

Objetivos Específicos:

OE 1: Analizar el sistema de alimentación de combustible para el sistema de calefacción.

OE 2: Evaluar la disponibilidad del equipo.

OE 3: Diseñar una alternativa de solución para la situación de alimentación de la caldera con combustible diésel.

1.3.VIABILIDAD

Ventajas:

Se puede observar in situ anomalías que presenta el sistema de alimentación de la caldera del Hospital Penco – Lirquén.

En lo que se refiere a los recursos financieros; el estudio no significa grandes inversiones, ya que la técnica utilizada para recopilar información es la observación y el uso de documentación con la que cuenta el servicio de salud. Además, es un proyecto que de ser aprobado cuenta con licitaciones para las compras de servicios del sistema de salud.

1.4.CONTEXTO

El estudio se realiza en la Octava región del Bío Bío, en el nuevo Hospital Penco – Lirquén.

1.5.LIMITACIONES

A pesar de existir información del funcionamiento del sistema de alimentación de la caldera, ésta es insuficiente, ya que los informes de las empresas de servicio no son detallados en las ventajas y desventajas de este. Por otro lado, el hospital no accede a prestar mucha documentación e información en cuanto a los fondos financieros utilizados.

1.6.HIPÓTESIS CAUSAL

La inexistencia de un sistema de retorno en el actual sistema de alimentación de la caldera del Hospital de Penco - Lirquén provoca que el equipo presente una confiabilidad baja en modo petróleo diésel.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. CALDERA

2.1.1. Concepto y Revisión teórica

¿Qué entendemos por caldera?

La ley 16744 Extracto D.S 10/2012 en su artículo 2°, define caldera como una “Unidad principal diseñada para generar agua caliente, calentar un fluido térmico o para generar vapor de agua, mediante la acción de calor”. [4]

Por otro lado, define caldera de calefacción como “calderas de vapor de agua, cuya presión manométrica máxima de diseño no excede los 0,5 kg/cm² y calderas diseñadas para generar agua caliente cuyo uso es de calefacción o uso sanitario”. [3]

2.1.2. Características generales de las calderas

Esquema de funcionamiento de calderas

-Partes:

-Hogar

-Quemador

-Humos

-Intercambiador de calor

-Fluido caloportador

-Chimenea

2.1.2.1. Los elementos básicos de una Caldera

-Tubo hogar o cámara de combustión: Lugar en el que se realiza la reacción de combustión.

-Cámara de hogar: Es el elemento que recibe los humos procedentes del tubo hogar.

-Quemador: Dispositivo que se encarga de realizar la mezcla del combustible con el comburente para facilitar la combustión.

-Intercambiador de calor: Donde se realiza la transferencia de energía térmica obtenida con la combustión al agua o fluido térmico.

-Salida de humos: Conducto que conduce los gases generados en la combustión hasta la chimenea.

-Clasificaciones de las Calderas

Existen diversas clasificaciones de calderas por: materiales, tipo de combustible, movilidad, circulación de agua, diseño, por fluido caloportador, por la temperatura de salida de los humos, entre otros. Sin embargo, detallaremos la clasificación según lo que circule por el interior de los tubos. [3].

-Calderas Pirotubulares: en estas calderas, los humos pasan por dentro de los tubos cediendo calor al agua que lo rodea externamente. [3].

Sus características principales:

-Son recipientes metálicos comúnmente de aceros de formas cilíndricas y semicilíndricas, atravesados por grupos de tubos en cuyo interior circulan los gases de la combustión, por la parte exterior de los tubos se encuentran bañados por agua líquida.

-Sus dimensiones alcanzan hasta 5m de diámetro 10m de largo, se construyen para flujos máxicos de 20 (ton/hr) de vapor y sus presiones de trabajo no superan los 18 (kg/cm²) manométricos.

Pueden producir agua caliente o vapor saturado. [3].

-Calderas Acuotubulares: en estas calderas, el agua circula por el interior de los tubos, captando el calor de los gases calientes de la combustión que pasan por el exterior de estos. [3].

Sus características principales:

-Se componen de uno o más cilindros que almacenan el agua o el vapor (domos) unidos por tubos de pequeño diámetro por cuyo interior circula el agua.

Estas calderas son apropiadas cuando los requerimientos de vapor de calidad y cantidad son altos.

-Se construyen para capacidades mayores de 5 (ton/hr) de vapor, con valores máxicos en la actualidad de 200 (ton/hr), permiten obtener vapor del orden de 500° c y presiones de 225 (kg/cm²) o más, normalmente producen vapor sobrecalentado ya que por su disponibilidad de espacio interior se pueden instalar sobrecalentadores. [3].

Características principales de las calderas

Ventajas:

- Peso relativamente reducido por unidad de vapor producido.
- Aceptan mayores sobrecargas.
- Rompimiento de un tubo no tiene serias consecuencias
- El hogar puede ser diseñado para diferentes combustibles.
- Ocupan menos lugar en planta (10- 30% menos) que las piro-tubulares.
- Mayor facilidad de limpieza.
- Se puede aprovechar mejor el espacio para la superficie de calefacción (flexibilidad en el diseño). [3].

Desventajas:

- Mayor costo inicial (no se justifica en calderas pequeñas < 10 [ton/h].
- Lenta puesta en servicio. [3].

Accesorios con los que debe disponer las calderas de fluidos térmicos y de calefacción.

Extracto Artículo 56.- Las calderas de calefacción y las calderas de fluidos térmicos deben disponer de los siguientes accesorios:

- Accesorios de observación: Uno o más manómetros y uno o más termómetros.
- Accesorios de seguridad: Una o más válvulas de alivio o de seguridad.
- Accesorios de control automático: Uno o más termostatos.
- Manómetro: Accesorio que permite medir la presión por sobre la presión atmosférica.
- Válvula de alivio o seguridad: Accesorio que permite eliminar el fluido o vapor por sobre un valor de presión regulado. [3].

Personal responsable de las calderas y condiciones de seguridad

Artículo 80°: Operadores de calderas

El manejo, vigilancia, supervisión y operación de toda caldera de calefacción, a que se refiere el presente reglamento, deberá estar a cargo de un operador calificado, con capacitación sobre funcionamiento del equipo específico a operar y sobre los peligros que puede ocasionar una falsa maniobra o una inadecuada operación. El operador deberá contar con licencia de enseñanza media y la aprobación de un examen de competencia ante la autoridad sanitaria o demostrar que ha obtenido esa competencia dentro del programa de estudios de una carrera que incluye esta preparación en la respectiva malla curricular. [3].

Artículo 81°: Operadores de caldera

La autoridad sanitaria respectiva verificará el cumplimiento de estos requisitos por los interesados y, para efectos de facilitar la fiscalización posterior, podrá incorporarlos en un listado que comunicará a las demás Secretarías Regionales Ministeriales de Salud del país, para su conocimiento y aplicación. [3].

Condiciones de seguridad de las calderas

Extracto Artículo 62°: La verificación de las condiciones de seguridad de las calderas de calefacción, las calderas de fluidos térmicos, de sus componentes y accesorios incluido el circuito de calefacción se efectuará mediante las siguientes revisiones y pruebas, en la secuencia que se señala a continuación. [3].

- Revisión interna y externa.
- Verificación de funcionamiento de las válvulas de alivio o de seguridad.
- Verificación de funcionamiento de los termostatos.
- Revisión del circuito de calefacción, componentes y accesorios.
- Pruebas especiales.

Artículo 3° Toda caldera deberá estar incorporado a un registro que lleva la Secretaría Regional Ministerial de Salud correspondiente, previo al inicio de su operación y funcionamiento. Este registro le asignará un número con validez nacional que permita identificarlos, el que será comunicado al propietario. [3].

Para solicitar dicho registro, el propietario deberá proporcionar, la siguiente información, según corresponda. [3].

- Nombre del propietario, rut, dirección.
- Superficie de calefacción. (m2)
- Presión máxima de trabajo en (kg/cm2). (fabricante)
- Producción de vapor (kgv/hr)
- Manual de operación.
- Libro de vida del equipo, foliado, tamaño oficio.
- Tipo de combustible empleado.
- Sistema de tratamiento de agua de alimentación.
- Entre otras

Actualmente en el Hospital Penco Lirquén existen dos calderas duales (gas/petróleo) de tipo Pirotubular para el edificio completo.

Según la ACHS las Calderas con Tubos Múltiples de Humo, denominadas también Pirotubulares, son calderas de tipo express, en donde los humos pasan dentro de los tubos, cediendo su calor al agua que los rodea. Estas pueden ser verticales u horizontales. [1].

Entre las calderas verticales pueden encontrarse dos tipos con respecto a los tubos:

1. De tubos semisumergidos (agua no cubre totalmente los tubos).
2. De tubos totalmente sumergidos (están totalmente cubiertos)

Las calderas horizontales con tubos múltiples de humo, hogar interior y retorno simple o doble retorno son las llamadas calderas escocesas y son las de aplicación más frecuente en nuestro país. Estas calderas, como cualquier otro tipo, pueden ser utilizadas con hogar para quemar carbón, leña o bien con quemadores de petróleo. [1].

2.1.3. Sistema de Retorno

Definición: Sistema mediante el cual el exceso del flujo de combustible de petróleo diésel, retorna al estanque de origen, con el fin de prevenir bloqueos en el sistema y asegurar una buena combustión.

}

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1.ENFOQUE DE ESTUDIO

3.1.1. Tipo de diseño de investigación

La investigación se realizará bajo un enfoque cuantitativo, puesto que las principales orientaciones de esta indagación consideran la recolección y análisis de datos, cuya valoración considera la medición numérica y la objetividad que subyace a este tipo de investigación.

Se resolverá el problema planteado en consideración del objetivo general y aquellos objetivos específicos que desprenderán de él, bajo un paradigma que considere una medición controlada de las variables que, relacionadas entre sí, permitirán el análisis deductivo y la comprobación de hipótesis.

En cuanto a los alcances de esta investigación, corresponden prioritariamente a un estudio explicativo, y bajo esta predominancia a partir del problema planteado, se fundamenta de acuerdo con las afirmaciones del autor Hernández, Fernández y Baptista (2014): “*van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos*, es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables” (p. 95). [2]

El diseño de investigación del estudio corresponde a no experimental, puesto que el objetivo principal es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos (The SAGE Glossary of the Social and Behavioral Sciences, 2009b). “En la investigación no experimental no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables” (citado por Hernández, Fernández, Baptista, 2014, p. 152). [2]

A su vez serán también diseños transeccionales causales, debido a que describen relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado.

3.2.ELEMENTOS PARA EL ESTUDIO

Analizar el sistema actual de alimentación de la caldera, el costo económico que éste tiene para el sistema de salud, tiempos operativos v/s detenciones del quemador, comparación de caldera diésel vs gas. En base a los datos obtenidos, se diseñará una solución para la situación de alimentación de la caldera con combustible diésel

3.3.INSTRUMENTO Y PROCEDIMIENTO PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS

Se utilizarán planos del sistema actual de caldera, tablas de registro de la operatividad de la máquina, guías mensuales para evaluar el impacto económico que tiene el sistema actual, gráficos, entre otros. El procedimiento para obtener la información fue la observación diaria del funcionamiento del sistema y la autorización del centro de salud para obtener algunos datos.

3.4.SISTEMA A ANALIZAR

Se observará y analizará el sistema de alimentación de la caldera del hospital Penco Lirquén con el objetivo de detectar las fallas y sus causas.

3.5.VARIABLES Y PROCEDIMIENTO

3.5.1. Variable dependiente:

Gasto:

Definición conceptual: Cantidad que se ha gastado o se gasta (Real Academia Española, 2014)

Definición operacional: Mediante la obtención de guías de despacho con las cifras de gastos mensuales del sistema de alimentación de la caldera.

Inoperatividad:

Definición conceptual: Inoperancia. Falta de eficacia en la consecución de un propósito o fin (Real Academia Española, 2014)

Definición operacional: Mediante una tabla de registro del funcionamiento diario del sistema de alimentación de combustible del Hospital Penco – Lirquén.

3.5.2. Variable independiente:

Línea de entrada de combustible diésel hacia el quemador:

Definición conceptual: Conducto donde pasan los fluidos hacia el quemador.

Definición operacional: observación diaria del sistema de alimentación de la caldera.

Planificación:

Definición conceptual: Plan general, metódicamente organizado y frecuentemente de gran actitud, para obtener un objetivo determinado, tal como el desarrollo armónico de la ciudad, el desarrollo económico, la investigación científica, el funcionamiento de una industria (Real Academia Española, 2014)

Definición operacional: Mediante una carta Gantt que dé cuenta de los trabajos realizados en un determinado tiempo.

Ejecución:

Definición conceptual: Ejecutar, llevar a la práctica, realizar (Real Academia Española, 2014)

Definición operacional: Mediante el funcionamiento diario del sistema de alimentación.

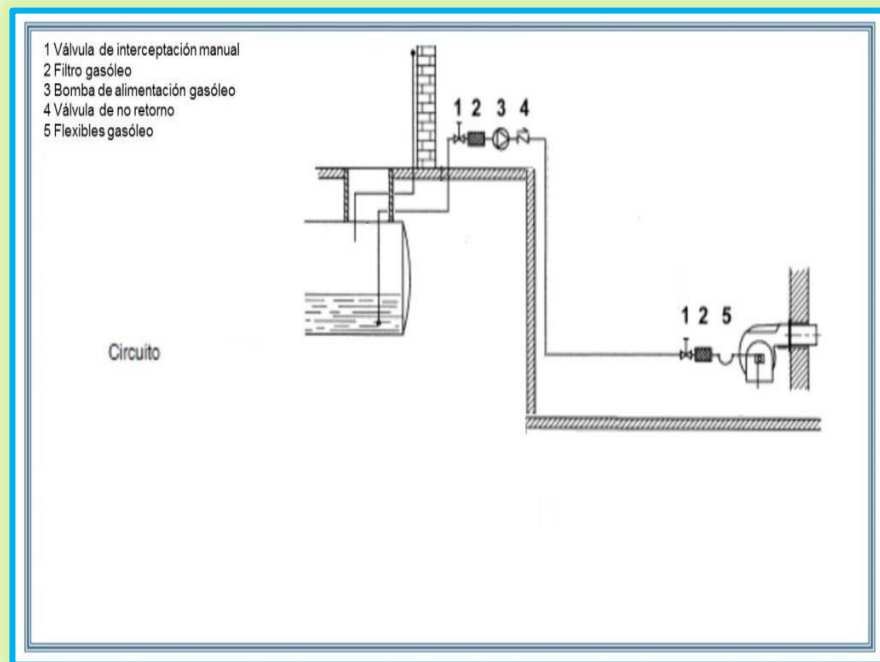
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN

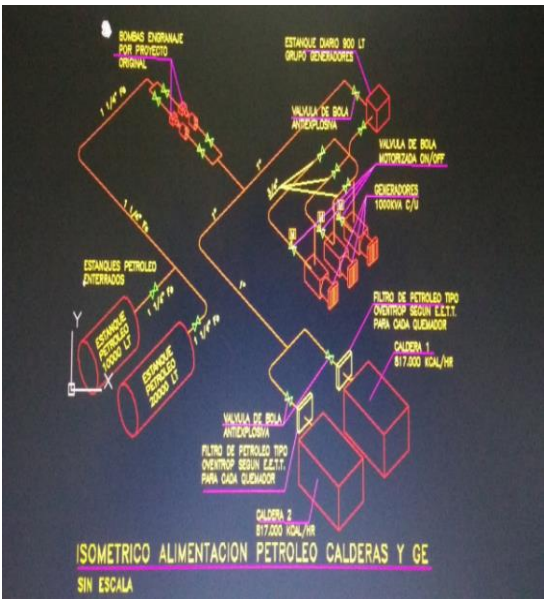
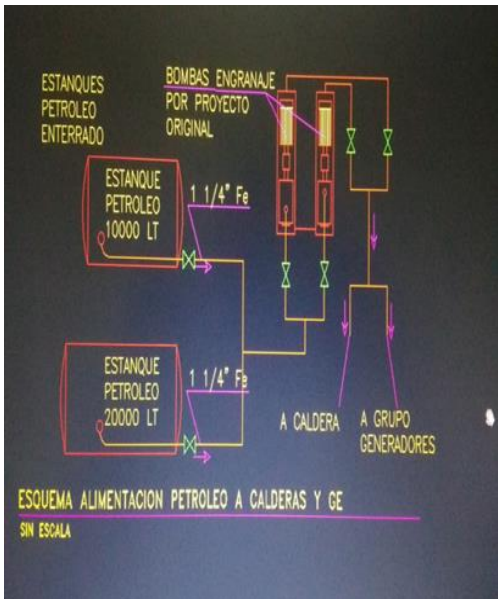
4.1. ANÁLISIS DE DATOS

4.1.1 Objetivo específico I: Analizar el sistema de alimentación de combustible para el sistema de calefacción.

Método: -Descripción general del sistema mediante un plano.

4.1.1.1: Plano del Sistema de Alimentación Actual de la Caldera Hospital Penco – Lirquén





Análisis: Como podemos observar el sistema de alimentación actual de la caldera no cuenta con un sistema de retorno. Comienza su funcionamiento sacando el combustible desde los estanques de acumulación del Diesel que son de 10.000lts y 20.000 lts cada uno, luego los lleva directamente al quemador el cual, al realizar la combustión, deja un excedente que debería retornar al estanque. Sin embargo, esta línea no fue considerada en su construcción, lo cual ha generado un problema para el correcto funcionamiento del equipo.

Por tanto, podemos decir del equipo que hasta hoy está funcionando en el hospital, que es un sistema de baja confiabilidad, que ha sufrido constantes fallas en su funcionamiento, lo que se ve reflejado en sus constantes mantenimientos. Por otro lado, no puede absorber toda la demanda que requiere.

Es importante mencionar que, al no contar con un sistema de retorno, las áreas que se ven más perjudicadas son el departamento de finanzas y de mantenimiento.

Por lo señalado anteriormente, es de fundamental importancia la instalación de un sistema de retorno por especificaciones técnicas del catálogo y por lo que en la práctica significa.

La línea de retorno estaba considerada en el diseño inicial de instalación del sistema de alimentación del combustible, sin embargo, no se instaló por una mala interpretación o desconocimiento de la empresa. Tampoco se corrigió por los costos que esto significaba y además porque estaba la alternativa de funcionar con gas. Se dieron posibles

soluciones como funcionar con filtros con envase de vidrios más grandes donde llegara el combustible. Como una solución esporádica, se instaló un recipiente por parte del equipo de mantenimiento del hospital la cual se simulo un inyección y retorno del combustible y en el análisis no presentó problemas en su funcionamiento como se puede apreciar en la imagen N°1.

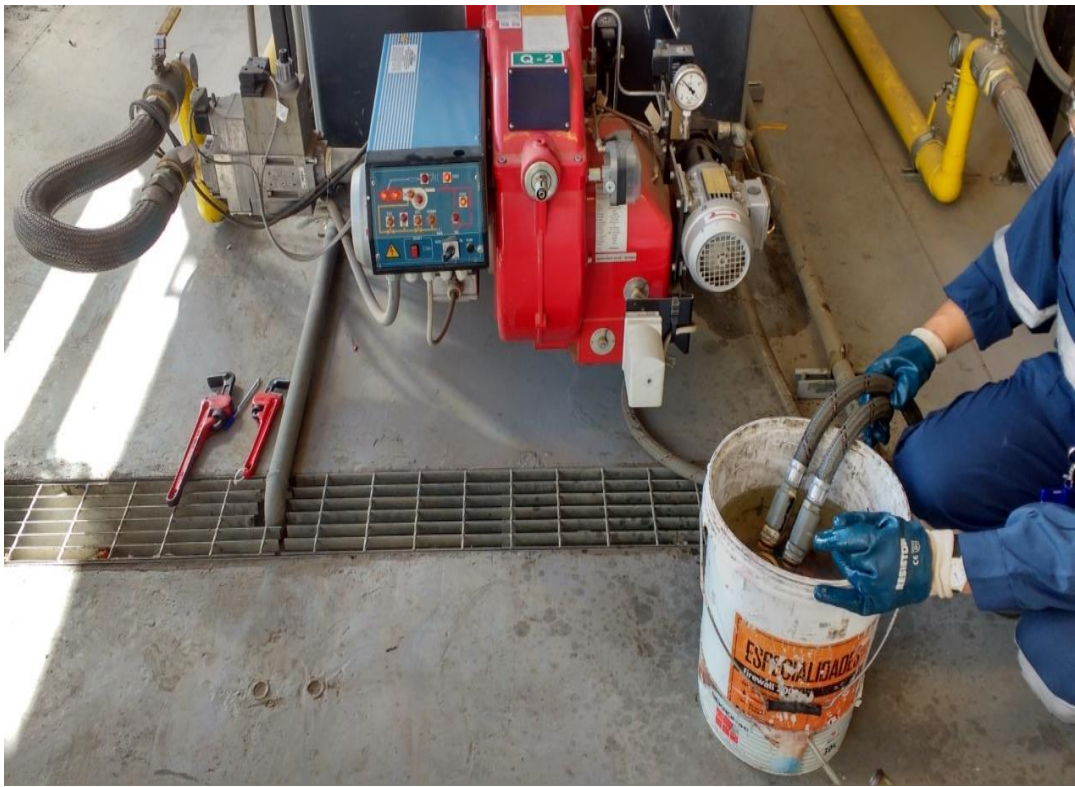


Imagen N°1

- Método: Análisis económico de la situación actual de trabajo.

Gráfico 4.1.1.1.: Costo Mensual del Consumo de Gas Año 2017-2018

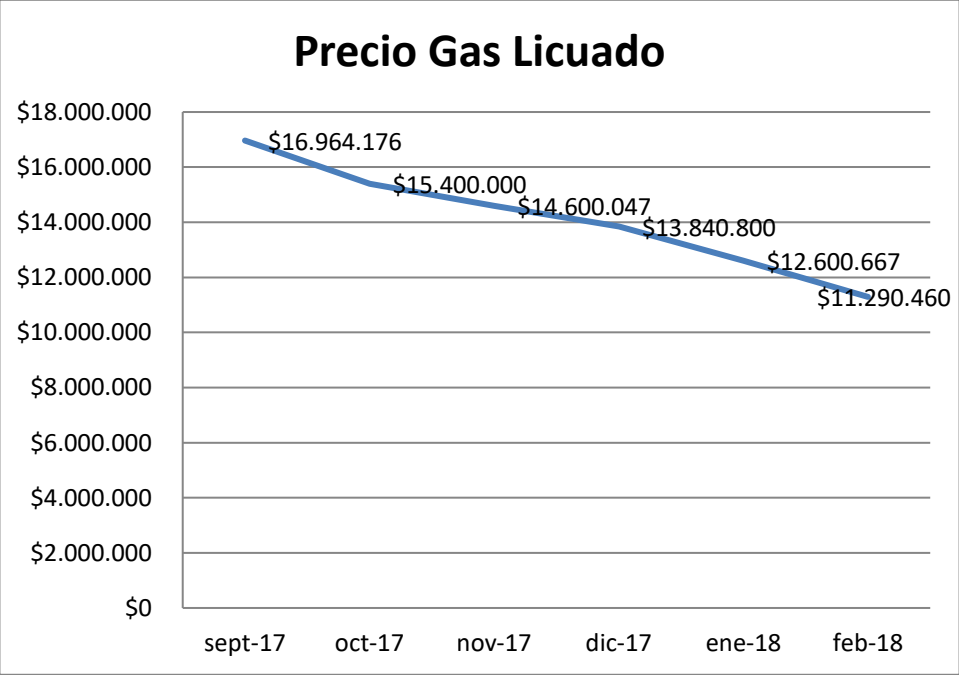


Tabla explicativa Consumo de Gas

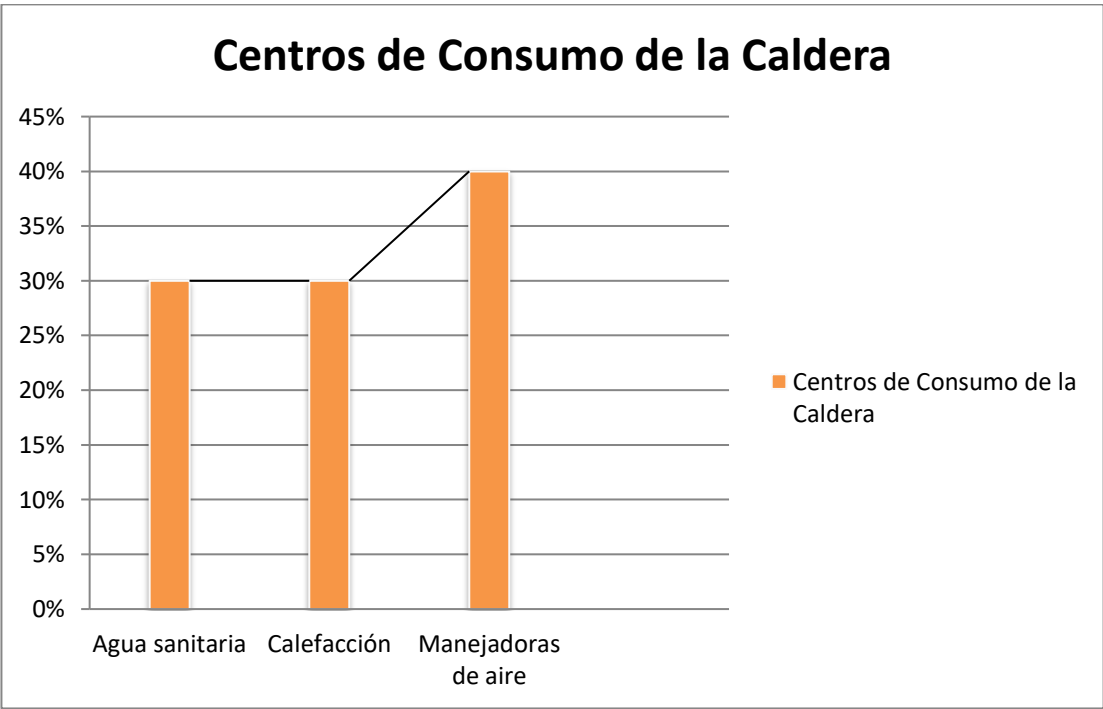
Meses	Precio Gas Licuado
Septiembre 2017	\$ 16.964.176
Octubre 2017	\$ 15.400.000
Noviembre 2017	\$ 14.600.047
Diciembre 2017	\$ 13.840.800
Enero 2018	\$ 12.600.667
Febrero 2018	\$ 11.290.460

De acuerdo con el consumo de gas que se ve reflejado en el siguiente gráfico, podemos decir que disminuye la demanda en los meses cálidos, ya que se conserva mejor la temperatura y aumenta en los meses más fríos.

Los centros de consumo que salen de la caldera son los siguientes:

- Manejadores de aire 40%
- Agua sanitaria 30%
- Calefacción o radiadores 30%

Gráfico 4.1.1.2.: Centros de Consumo de la Caldera



4.1.2 Objetivo específico II: Evaluar la disponibilidad del equipo.

- Método:
- Registro de tiempos operacionales.
 - Registro de tiempos de reparación.
 - Análisis de causa de las detenciones o bloqueos.

Tabla 4.1.2.1.: funcionamiento diario del sistema de alimentación de combustible diésel hospital Penco – Lirquén

Fecha	B	D	B	D	B	Inoperatividad del equipo
19/10/2017	07:10 am	07:15 am	07:25 am	07:35 am	_____	15 minutos
07/11/2017	11:00 am	12:00	----- ---	_____	_____	60 minutos
23/11/2017	03:00 am	03:30 am	05:00 am	06:45 am		135 minutos
03/12/2017	17:00 pm	17:45 pm	18:20 pm	19:00 pm	_____	85 minutos
18/12/2017	10:00 am	10:40 am	14:00 pm	15:00 pm	_____	100 minutos
27/12/2017	02:00 am	02:20 am	07:00 am	07:45 am	-----	65 minutos
15/01/2018	13:00 pm	13:28 pm	_____	_____	_____	28 minutos
22/02/2018	04:40 am	05:00 am	06:15 am	06: 50 am	_____	55 minutos
10/03/2018	09:00 am	09:30 am	11:30 am	11:50 am	_____	60 minutos
17/04/2018	03:00 am	03:20 am	_____	_____	_____	20 minutos

Análisis de causa de las detenciones o bloqueos: Al analizar la siguiente tabla, podemos concluir que el sistema de alimentación presenta falencias en su funcionamiento de manera constante (cada 30 minutos generalmente), debido a que el combustible al entrar al quemador es pulverizado para iniciar el proceso de combustión. El excedente que queda de dicho proceso no retorna al estanque principal, por la inexistencia de una línea de retorno de petróleo diésel, lo que genera bloqueos en el quemador.

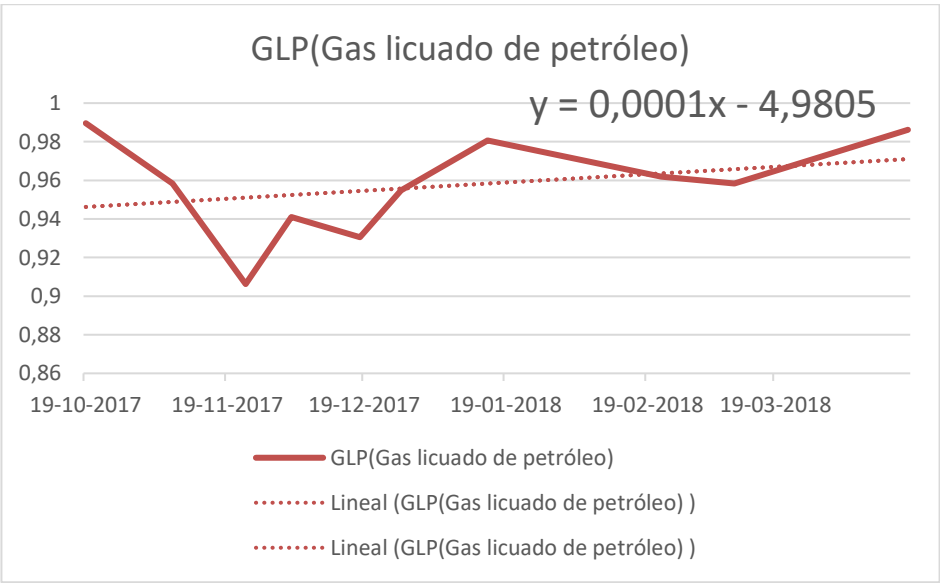
Cabe mencionar, que el quemador actual del hospital es de tipo dual (diésel -GLP). Al momento de bloquearse con diésel, se cambia su funcionamiento a modo GLP con una confiabilidad cercana al cien por ciento.

Tabla 4.1.2.2.: Registro de Tiempo Operativo en Modo GLP.

Fecha	Inoperatividad del equipo en minutos	GLP
19-10-2017	15	99%
07-11-2017	60	96%
23-11-2017	135	91%
03-12-2017	85	94%
18-12-2017	100	93%
27-12-2017	65	95%
15-01-2018	28	98%
22-02-2018	55	96%
10-03-2018	60	96%
17-04-2018	20	99%
TOTAL		96%

Análisis: Al conocer el tiempo inoperativo del sistema en veinticuatro horas, podemos calcular del tiempo restante, la operatividad del sistema de combustible en GLP (en porcentaje), que da una confiabilidad cercana al cien por ciento.

Gráfico 4.1.2.3: Confiabilidad del Sistema en GLP



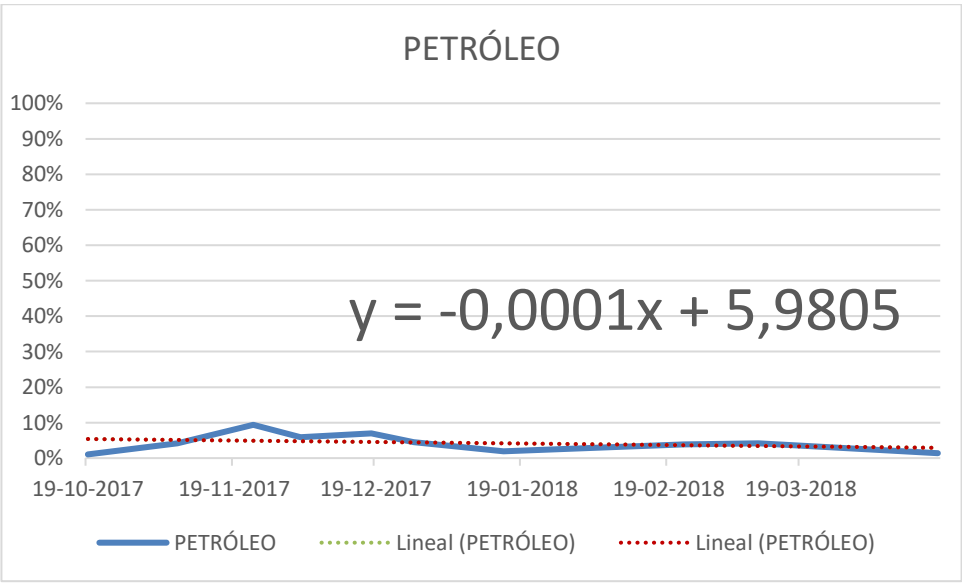
Análisis: En este gráfico podemos observar que el funcionamiento de la caldera en modo GLP, en cuanto a su confiabilidad es cercana al cien por ciento (96%).

Tabla 4.1.2.3.: Confiabilidad del Petróleo Trabajando en Forma Dual (GLP-
Petróleo).

Fecha	Inoperatividad del equipo en minutos	GLP	PETRÓLEO
19-10-2017	15	99%	1%
07-11-2017	60	96%	4%
23-11-2017	135	91%	9%
03-12-2017	85	94%	6%
18-12-2017	100	93%	7%
27-12-2017	65	95%	5%
15-01-2018	28	98%	2%
22-02-2018	55	96%	4%
10-03-2018	60	96%	4%
17-04-2018	20	99%	1%
TOTAL		96%	4%

- Análisis:
- Se debe incrementar la confiabilidad para el combustible petróleo.
 - Depender solo de GLP en esta proporción es riesgoso.
 - Para lograr una operación confiable, es decir, la confiabilidad de gas y petróleo debe ser cercana a un cien por ciento.
 - El sistema trabaja con dos lazos, cuya confiabilidad en paralelo debe asegurarse (stand by).

Tabla 4.1.2.4 Confiabilidad del Sistema en Petróleo



Análisis: En este gráfico podemos observar que el funcionamiento de la caldera en modo petróleo en cuanto a su confiabilidad es baja (4 %), por tanto, hay que poner en funcionamiento el equipo modo GLP el cual tiene una confiabilidad cercana al cien por ciento.

Para comprobar los resultados anteriores en cuanto a la confiabilidad del sistema, se utilizó el Modelo Matemático Paralelo de Redundancia Parcial, en el cual debe haber una combinación de los elementos (diésel - GLP).

Ambos deben estar en operación para que el sistema funcione. Al recoger los datos, podemos concluir que la confiabilidad del sistema es baja, porque la menor de la confiabilidad (petróleo) provoca que el sistema en su conjunto presente problemas constantes en su funcionamiento. Por tanto, se hace necesario la intervención propuesta de generar una línea de retorno.

Modelo de Análisis del Sistema.

Sistema: Paralelo – Redundancia Parcial.

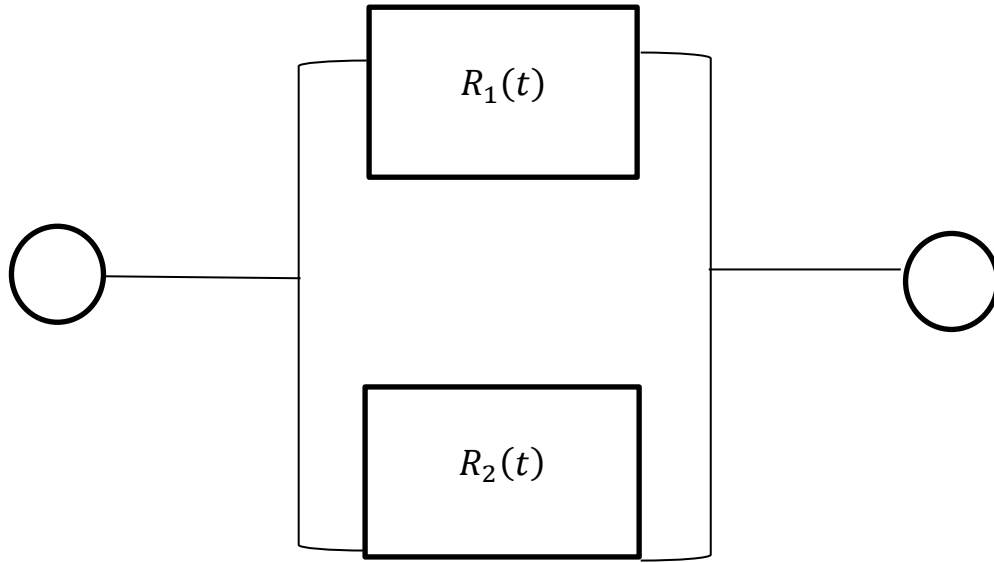


Figura 1. Diagrama de bloques de confiabilidad (RBD)

Modelo Matemático para Análisis de Confiabilidad de Sistema Paralelo con Redundancia Parcial

$$R_S(t) = P(r \leq j \leq n) = \sum_{j=1}^n \binom{n}{j} R^j (1 - R)^{n-j}$$

Donde:

$t = \text{tiempo}$

$n = N^\circ \text{ de elementos del sistema}$

$r = N^\circ \text{ mínimo de equipos para que el sistema funcione}$

Definiciones:

$$\binom{n}{j} = \frac{n!}{j! (n - j)!}$$

Resolución del Sistema:

$$\binom{2}{1} = \frac{1 * 2}{1 * 1} = 2$$

$$\binom{2}{2} = \frac{1 * 2}{1 * 2 (2 - 2)} = 1$$

$$\binom{2}{1} 0,96 (1 - 0,96) = 0,0384 = 0,0384 * 2 * 100 = 7,68$$

$$\binom{2}{2} 0,04^2 (1 - 0,04) = 0,001536 = 0,001536 * 1 * 100 = 0,1536$$

$$R_S(t) = 7,84\%$$

$$R_1(t) = \text{confiabilidad asociada al funcionamiento con gas} = 0,96\%$$

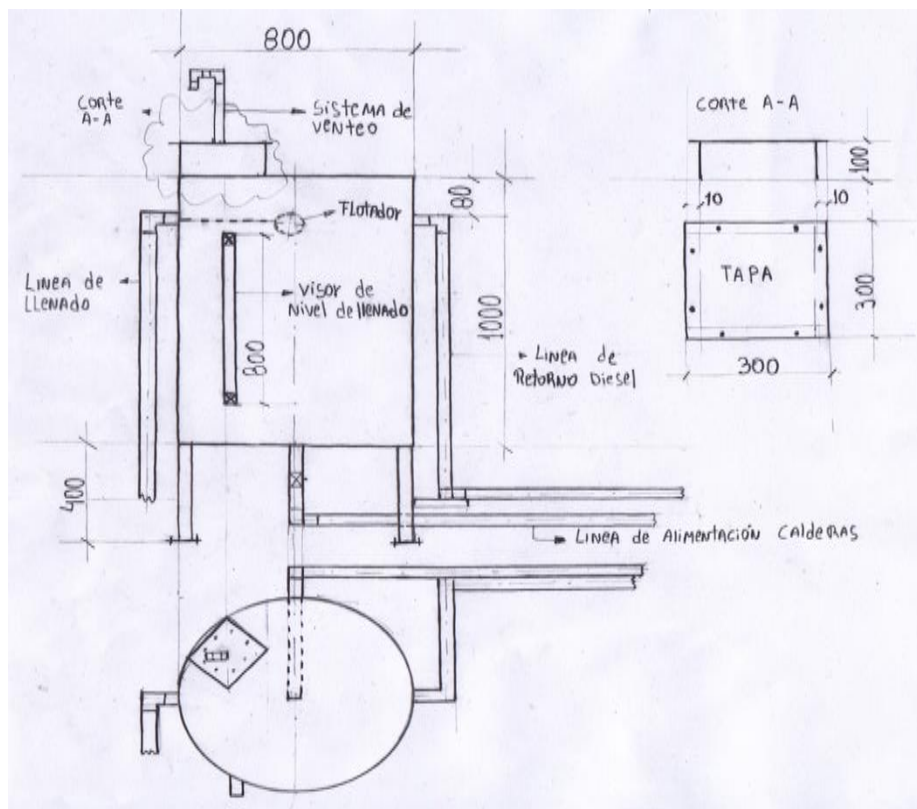
$$R_2(t) = \text{confiabilidad asociada al funcionamiento con petroleo} = 0,4\%$$

4.1.3 OBJETIVO III: DISEÑAR UNA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN PARA LA SITUACIÓN DE ALIMENTACIÓN DE LA CALDERA CON COMBUSTIBLE DIÉSEL

Método:

- Proyección de un sistema de alimentación alternativo para el diésel.
- Descripción operacional del sistema.
- Descripción de la forma de financiamiento para la instalación de un sistema de retorno en el hospital Penco Lirquén.

Croquis de la proyección y descripción de un sistema de alimentación alternativo para el diésel.



Para la solución de esta problemática, se ha propuesto la construcción de un estanque de almacenamiento al lado de la caldera, lo cual no sería de un costo muy elevado, pero si esencial para el funcionamiento correcto del quemador de la caldera en modo diésel, sin tener que bloquearse ni sufrir deterioro. Dicha solución es la más rápida y económica, ya que el estanque diario va a servir como deposito del combustible que será traído desde los estanques de 10.000 lts y 20.000 lts y además almacenará el excedente del quemador por una línea de retorno. Este estanque tendrá una capacidad de almacenamiento de 500 lts.

Descripción operacional del sistema

La solución que se pretende llevar a cabo considerando el estanque diario es la siguiente:

Construir un estanque diario de combustible de 500 lts de almacenamiento aproximadamente, mediante la cual el combustible no llegue directamente al quemador, sino al estanque diario, con la finalidad de que éste por gravedad alimente al quemador y el excedente sea eliminado por otra línea de retorno que vaya directamente a este estanque diario.

Es importante señalar, que, de acuerdo con el catálogo, este es el ciclo que debería tener el quemador HP72.

<u>Costo de Materiales Asociados a la Alternativa</u>			
Cantidad	Material	Dimensiones	Valor
1	Pl. Rectangular	1000X 2514x3mm	\$ 80.000
2	Pl. Diámetro	800x3mm	\$ 80.000
4	Codos 90°	1 1/4"	\$ 12.000
1	Flotador estanque	1 3/4"	\$ 70.000
1	Visor de vidrio tubular redondo	800x3/4"	\$ 20.000
8	Pernos 1/2	20x6mm	\$ 12.000
2	Válvulas de Bola	1 3/4"	\$ 20.000
2 Tes	Tes	1 1/4"	\$ 10.000
1	Pintura anticorrosiva	1 galón	\$ 25.000
3 kilos	Soldadura 1/8"	E70-18	\$ 10.500
3 kilos	Soldadura 1/8"	E60-10	\$ 10.500
8	Disco de Corte	7"	\$ 10.000
1	Esmalte epóxico	1 galón	\$ 55.000
TOTAL			\$ 415.000

Descripción de la Forma de Financiamiento para la Instalación de un Sistema de Retorno en el Hospital Penco Lirquén.

Se postulará a través de los fondos concursables del sistema de salud público, o bien, se hará derecho a uso de garantía post venta hacia la empresa constructora del hospital para su instalación.

4.2 Conjeturas predecibles, proyecciones y sugerencias

- A pesar de estar contemplado un sistema de retorno por especificaciones técnicas del quemador, la empresa constructora no lo consideró en la etapa de ejecución del trabajo.
- Se utilizó un recipiente de cuarenta litros, con la finalidad de probar el sistema de inyección de combustible y retorno. Se puede verificar que el sistema no se bloquea.
- Los resultados de la confiabilidad del sistema de caldera fueron 96% para el GLP y 4% para petróleo.
- Se presenta una alternativa para mejorar la confiabilidad del sistema mediante la instalación de un sistema de retorno.
- A pesar de que la jefatura está al tanto de la situación del sistema de alimentación del hospital, aún no se da una solución debido a que está la posibilidad de funcionar con sistema a gas.
- En la actualidad, el sistema de alimentación de combustible del hospital genera altos costos económicos y falencias en su funcionamiento de manera constante.

CONCLUSIONES

A pesar de encontrarlos con empresas y sistemas de servicios nuevos en cuanto a su infraestructura, podemos decir que no necesariamente funcionan de manera óptima en cada una de sus instalaciones.

Es de vital importancia la empresa que se adjudica la licitación para dicho trabajo. Un aspecto importante para tener en cuenta es la elección del personal calificado. Sin embargo, no siempre es considerado y es ahí donde se presentan las fallas y el concepto de mantenimiento toma una gran relevancia, ya que los trabajadores insertos en los servicios deben tener los conocimientos necesarios y la práctica tanto para detectar y analizar las fallas en los sistemas, como para generar soluciones oportunas que estén a su alcance. Sin embargo, la responsabilidad de gestionar soluciones reales que son de mayor envergadura y escapan de las manos de los trabajadores, son los jefes del departamento de mantenimiento, que deben estar prestos a escuchar a su personal y trabajar en conjunto en cada una de las etapas de la gestión de mantenimiento: análisis, mejora, planificación, programación y ejecución. Todo ello con la finalidad de prevenir o disminuir la probabilidad de fallas y acordar en conjunto metas y objetivos a alcanzar. Además de velar por la seguridad de sus trabajadores y también por la de los usuarios.

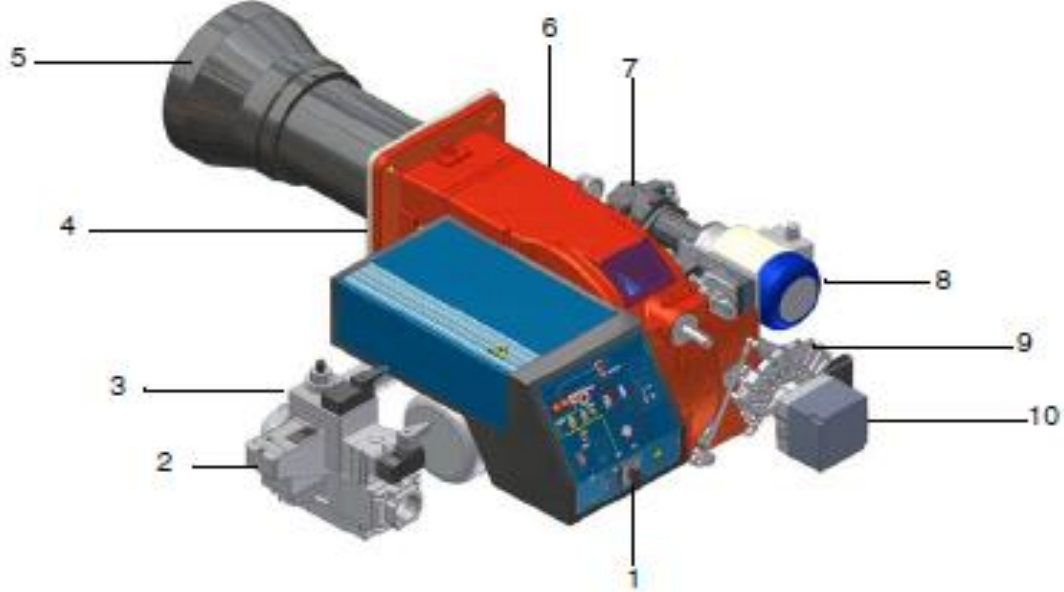
BIBLIOGRAFÍA

- 1- Abarca Bahamondes, Pedro. Asociación Chilena de Seguridad. “Descripción de Calderas y Generadores de Vapor. Chile”. [s.a.] Recuperado de <http://www.achs.cl>
- 2- Hernández, R. y Fernández, C. Metodología de la Investigación. 6ta ed. México: McGraw Hill Ediciones. [2014].
- 3- INGE-CAP LTDA, “Ingeniería y Capacitación”. Curso: “Operador de Calderas de Calefacción. Concepción, Chile. [2015].
- 4- Chile, MINISTERIO de Salud. Calderas y autoclaves. D. S 10 [2012].

ANEXOS

ANEXO A: CARACTERISTICAS DEL QUEMADOR SEGÚN CATÁLOGO

Características Generales del Quemador usado por la Caldera según Catálogo



- 1) Panel sinóptico con interruptor de encendido – cuadro eléctrico
- 2) Control de estanqueidad
- 3) Cuerpo de válvulas de gas
- 4) Brida
- 5) Grupo Boca – Cabeza de combustión
- 6) Tapa
- 7) Bomba de gasóleo
- 8) Motor de la bomba
- 9) Sector variable lado gas
- 10) Servomando

Funcionamiento con Gasóleo

El combustible que proviene de la red de distribución es enviado mediante la bomba a la boquilla y, desde ésta, pasa al interior de la cámara de combustión en la que el mismo se mezcla con el aire comburente y, de esta manera, se produce el desarrollo de la llama.

En los quemadores la mezcla entre el aceite y el aire, fundamental para obtener una combustión limpia y eficiente, se activa mediante la pulverización del aceite en diminutas partículas. Este proceso se logra haciendo pasar el aceite a presión a través de la boquilla.

La función principal de la bomba (7) es transferir el aceite desde el depósito a la boquilla en la cantidad y presión deseadas. Para regular dicha presión, las bombas incluyen un regulador de presión (a excepción de algunos modelos para los cuales está prevista una válvula de regulación separada). Otros tipos de bombas poseen dos reguladores de presión: una para la presión alta y otro para la presión baja (para aplicaciones de dos etapas con boquilla individual).

La colocación de la cabeza de combustión determina la potencia del quemador. El combustible y el comburente se encanalan en vías geométricas separadas hasta que se encuentran en la zona de desarrollo de la llama (cámara de combustión). El panel sinóptico presente en la parte delantera del quemador indica las etapas de funcionamiento.

Esquema de Instalación Tubo de Alimentación Gasóleo

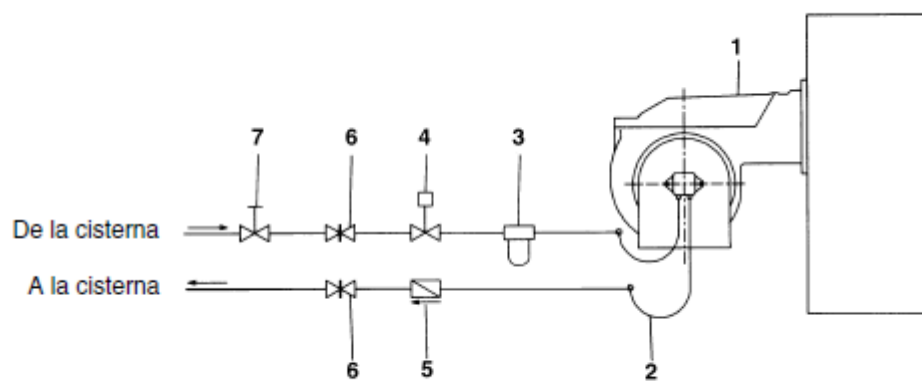


Fig. 20

- 1) Quemador
- 2) Latiguillo (en equipamiento)
- 3) Filtro gasóleo (en equipamiento)

- 4) Dispositivo de interceptación automática
- 5) Válvula antirretorno
- 6) Válvula manual
- 7) Válvula de cierre rápido (externa al local de depósito y quemador)

Las bombas pueden ser instaladas sea en sistema monotubo que en bitubo.

Sistema de Monotubo:

Viene utilizado un único tubo que, partiendo del fondo del depósito conecta con la entrada de la bomba, el fluido en presión llega al inyector una parte sale por el inyector, mientras que el resto de combustible retorna a la a la bomba. En este sistema es presente el tornillo de by-pass que debe ser sacado y la conexión opcional de retorno en el cuerpo de la bomba deberá cerrarse con un tapón ciego.

Sistema Bitubo:

Viene utilizado un tubo que conecta al depósito con la entrada de la bomba, como en el sistema monotubo, y con un segundo tubo que parte del retorno de la bomba y conecta otra vez con el depósito.

Todo el combustible excedente retorna al depósito. Esta instalación por consiguiente puede considerarse auto-purgante. Es presente que el tornillo de by-pass interno debe ser colocado para evitar que aire y combustible pasen a través de la bomba.

El quemador sale de fábrica predispuesto para la alimentación con instalación a dos tubos. Para la alimentación con instalación monotubo (Aconsejable en caso de alimentación por gravedad) es posible seguir la transformación descrita anteriormente.

Para pasar desde un sistema monotubo a un sistema bitubo, se debe colocar el perno de by-pass a la altura de G (bomba con rotación hacia la izquierda – observando el eje).

Observación: La modificación del sentido de rotación de la bomba implica la variación de todos sus componentes.

Purga:

En la instalación bitubo la purga es automática: se efectúa a través de un corte de salida de aire efectuada en el pistón. En la instalación monotubo debe aflojarse la toma de presión de la bomba hasta que el aire no sea sacado de la instalación.

Notas para el uso de las bombas combustible:

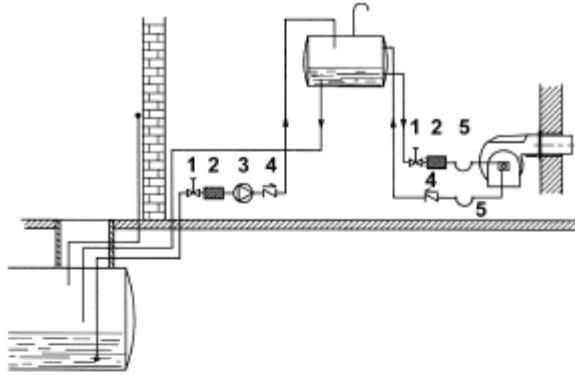
Si el tipo de instalación es monotubo, controlar que en el interior del orificio de retorno no esté presente el buje by-pass. En efecto, en este caso, la bomba no funcionaría correctamente y podría dañarse.

No agregar al combustible otras sustancias aditivas a fin de evitar que se formen compuestos que con el tiempo puedan terminar por depositarse entre los dientes del engranaje, bloqueándolo.

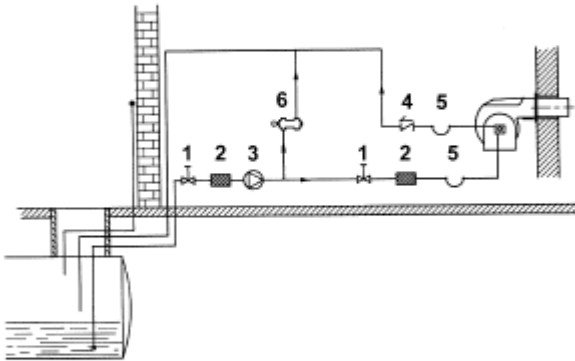
Después de haber rellenado el tanque, esperar antes de poner en marcha el quemador. Esta espera permite que eventuales impurezas en suspensión puedan depositarse en el fondo en vez de que sean aspiradas por la bomba.

Cuando se pone en marcha la bomba por primera vez y se prevé el funcionamiento en seco durante un período de tiempo considerable (por ejemplo, debido a un largo conducto de aspiración), inyectar aceite lubricante de la toma de vacío.

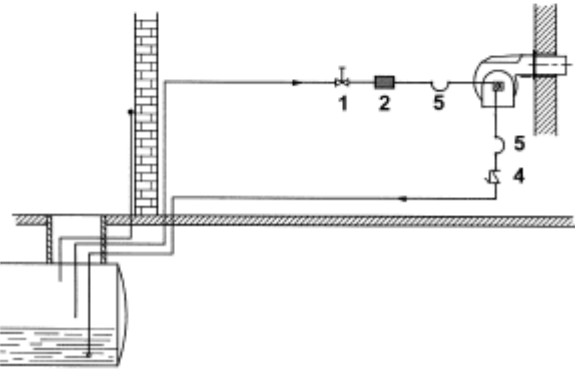
Esquemas ejemplificativos equipos alimentación gasóleo



Circuito por gravedad



Circuito a anillo.



Circuito en aspiración.

- 1) Válvula de interceptación manual
- 2) Filtro gasóleo
- 3) Bomba de alimentación gasóleo
- 4) Válvula de no retorno
- 5) Flexibles gasóleo
- 6) Válvula de roce

ANEXO B: REGLAMENTO DE CALDERA

EXTRACTO D.S. 10 / 2012

Artículo 70 - Todo combustible debe ser almacenado en recintos exclusivos y separados de la sala de caldera y dar cumplimiento a la ordenanza general de urbanismo y construcciones respecto a la densidad de carga de combustible y también a la normativa específica en materia de combustibles dictada por la superintendencia de electricidad y combustibles.

En caso de emplear combustibles líquidos contenidos en recipientes menores de 1 metro cubico, estos deberán estar en un recinto exclusivo el que deberá reunir los siguientes requisitos.

Sala de material incombustible, dotado con sistema de extinción de incendio.

El estanque debe tener una certificación de fábrica de estar diseñado para almacenar combustibles líquidos.

El estanque deberá tener rotulado y contar con una válvula de venteo hacia el exterior de la sala.

El estanque deberá tener accesorio de control de nivel de llenado y conexión a una malla de tierra.

El estanque deberá tener un pretil de retención con capacidad suficiente para derrame de combustible.

ANEXO C: CARTA GANTT

Carta Gantt:

Estudiante: Rodrigo Andaur Cruces.	Periodo: - Octubre- Noviembre- Diciembre 2017. Enero 2019.
Profesor Guía: Eduardo Aracena Cuéllar.	Tema: Proyecto de instalación de un sistema de retorno de diésel para la combustión de la caldera del Hospital Penco - Lirquén.
Objetivo General Del Proyecto: Evaluar técnica y económicamente la instalación de un sistema de retorno de diésel de alimentación de la caldera en Hospital Penco - Lirquén.	

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES POR DESARROLLAR	FECHA	MATERIALES O RECURSOS
OE1: Analizar el sistema de alimentación de combustible para el sistema de calefacción.	-Descripción general del sistema mediante un plano.	Octubre – Noviembre 2017	Plano.
	-Análisis económico de la situación actual de trabajo.	Octubre - Noviembre- 2017	Guías de despacho - Facturas
OE2: Evaluar la disponibilidad del equipo.	-Registro de tiempos operacionales.	Octubre - Noviembre- 2017	Tabla de comparación de tiempos operacionales y no operacionales del equipo.
	-Registro de tiempos de reparación o no operacionales.	Octubre - Noviembre- 2017	

	-Análisis de causa de las detenciones o bloqueos.	Octubre – Noviembre 2017	
OE3: Diseñar una alternativa de solución para la situación de alimentación de la caldera con combustible diésel	-Proyección de un sistema de alimentación alternativo para el diésel.	Diciembre 2017.	Plano.
	-Descripción operacional del sistema.	Diciembre 2017.	Plano, en donde se describirá el funcionamiento del sistema de retorno.
	-Descripción de la forma de financiamiento para la instalación de un sistema de retorno en el hospital Penco Lirquén.	Diciembre 2017.	Postulación a los fondos concursables públicos al sistema de salud.

ANEXO D: ÁRBOL DE PROBLEMAS

